ISSN 0037-8437

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

AÑO 2006 - VOLUMEN 235 - N° 1

SUMARIO

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

JUNTA DIRECTIVA 2005 - 2006

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

AÑO 2006 - VOLUMEN 235 - Nº 1



Avda. SANTA FE 1145
C1059ABF BUENOS AIRES - ARGENTINA
Correo Electrónico: sca@nuvanet.com

EX PRESIDENTES DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

Ing. Luis A. Huergo
Ing. Pedro Pico
Dr. Valentín Balbín
Ing. Luis A. Viglione
Dr. Carlos Maria Morales
Ing. Carlos Bunge
Dr. Angel Gallardo
Ing. Dr. Marcial R. Candiotti
Ing. Carlos Echagüe
Ing. Gral. Arturo M. Lugones
Ing. Vicente Castro
Dr. Agustín Alvarez
Dr. Francisco P. Lavalle
Ing. Eduardo Huergo
Ing. Jorge W. Dobranich
Ing. José M. Páez
Dr. Abel Sánchez Díaz
Ing. Pedro Longhini
Ing. José S. Gandolfo
Ing. Agr. Eduardo Pous Peña
Ing. Lucio R. Ballester
Dr. Andrés O. M. Stoppani
Dr. Juan J. J. Kyle
Ing. Guillermo White
Dr. Carlos Berg
Dr. Estanislao S. Zeballos
Ing. Eduardo Aguirre
Ing. Miguel Iturbe
Ing. Domingo Nocetti
Dr. Manuel B. Bahía
Ing. Emilio Palacio
Ing. Otto Krause
Dr. Francisco P. Moreno
Ing. Santiago E. Barabino
Ing. Nicolás Besio Moreno
Dr. Nicolás Lozano
Dr. Gonzalo Bosch
Ing. Dr. Eduardo María Huergo
Dr. Eduardo Braun Menéndez
Dr. Pablo Negroni
C. de Nav. Emilio L. Díaz
Ing. Augusto L. Bacqué
Dr. Arturo Otaño Sahores
Dr. Alfredo Kohn Loncarica

EX DIRECTORES DE LOS ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA (*)

Ing. Pedro Pico
Ing. Luis A. Huergo
Dr. Carlos Berg
Dr. Estanislao S. Zeballos
Ing. Eduardo Aguirre
Ing. Carlos Bunge
Dr. Angel Gallardo
Dr. Félix F. Outes
Dr. Horacio Damianovich
Ing. Julio R. Castiñeiras
Ing. Emilio Rebuelto
Ing. José S. Gandolfo
C. de Nav. Emilio L. Díaz
Dr. Pedro Cattáneo
Ing. Guillermo White
Dr. Valentín Balbín
Ing. Luis A. Viglione
Dr. Carlos María Morales
Ing. Jorge Duclout
Ing. Miguel Iturbe
Ing. Domingo Nocetti
Ing. Santiago Barabino
Dr. Eduardo Carette
Dr. Claro D. Dassen
Ing. Alberto Urcelay
Dr. Reinaldo Vanossi
Dr. Andrés O. M. Stoppani
Dr. Eduardo A. Castro
Dr. Alfredo Kohn Loncarica

(*) Desde 1876 a 1902: Presidente de la Comisión Redactora.

PANDEO LATERAL TORSIONAL DE VIGAS DE SECCIÓN TRANSVERSAL MONOSIMÉTRICA BAJO LA ACCIÓN DE DOS CARGAS CONCENTRADAS

Horacio Rezk

Departamento de Ingeniería Civil. Facultad Regional Avellaneda. Universidad Tecnológica Nacional. San Vicente 206 CP 1874 Avellaneda. Argentina.

horacio_rezk@yahoo.com.ar

RESUMEN

Se estudia el problema de pandeo lateral de las vigas elásticas simplemente apoyadas bajo la acción de dos cargas concentradas iguales dispuestas simétricamente respecto del plano de la sección central de la viga. La sección transversal de la viga tiene un solo eje de simetría y las cargas están aplicadas por encima del ala superior de la viga.

Se resuelve el problema analíticamente mediante las ecuaciones diferenciales de la teoría de segundo orden de las barras elásticas de paredes delgadas, obteniéndose las cargas críticas en forma adimensional, en función de variables adimensionales que representan las propiedades de la viga y la posición de las cargas.

Los resultados se presentan mediante tablas.

Con fines comparativos, se calculan las cargas críticas aplicando la fórmula aproximada indicada en el Eurocode 3 y se determinan los errores resultantes de la misma. Se propone una modificación de los parámetros de esa fórmula, que permite conseguir una mejor aproximación.

Palabras clave: pandeo lateral torsional, vigas de acero.

LATERAL TORSIONAL BUCKLING OF SINGLY SYMMETRIC BEAMS UNDER THE ACTION OF TWO CONCENTRATED LOADS

SUMMARY

The problem of lateral buckling of simply supported elastic beams under the action of two equal concentrated loads symmetrically arranged with respect to the plane of the central section of the beam is studied. The cross-sectional section of the beam has a single axis of symmetry and the loads are applied over the upper flange of the beam.

The problem is solved analytically by means of the differential equations of the second order theory of thin walled elastic bars and the critical loads are obtained in non-dimensional form, in terms of non-dimensional variables that represent the properties of the beam and the load position.

The results are presented by means of tables.

For comparative purposes, the critical loads are calculated using the approximate formula indicated in Eurocode 3 and the resultant errors are determined. A modification of the parameters of the formula is proposed, which allows to obtain a better approximation.

Key words: lateral torsional buckling, steel beams.

1. INTRODUCCIÓN

El pandeo lateral torsional en régimen elástico es una forma posible de falla de las vigas metálicas. La determinación de las cargas críticas es, en general, un problema bastante arduo para un ingeniero. El problema está resuelto en casos particulares relativamente sencillos y sus resultados figuran en la bibliografía (por ejemplo, referencia 1) en forma de fórmulas y tablas que, mediante variables adimensionales, permiten el cálculo de las cargas críticas.

Las normas referentes a las construcciones metálicas contienen prescripciones para facilitar la verificación de la seguridad de las vigas frente a este tipo de falla. El cálculo de los momentos críticos en régimen elástico se realiza mediante fórmulas aproximadas.

El objetivo de este trabajo es ampliar el conocimiento de los casos de pandeo lateral torsional de vigas. Los resultados, obtenidos en forma analítica mediante la resolución de las ecuaciones diferenciales de la teoría general de segundo orden de las barras elásticas de paredes delgadas, además de su utilización práctica directa, permiten controlar la exactitud de los resultados que se obtienen aplicando las prescripciones contenidas en la norma europea (referencia 2) y americana (referencia 3).

2. EL PROBLEMA CONSIDERADO

Se supone una viga elástica prismática simplemente apoyada, según se muestra en la figura 1.

Para estudiar el problema usamos un sistema de coordenadas cartesianas ortogonales X, Y, Z de modo que en la configuración inicial de la barra, el eje Z coincide con el eje baricéntrico de la barra y los ejes X e Y son en cada sección ejes principales de inercia. También usamos un sistema de coordenadas acompañantes x, y, z, que en la configuración inicial de la barra coinciden con las cartesianas y que permanecen constantes para cada punto durante la deformación de la misma.

Suponemos que la barra está cargada con dos fuerzas P que tienen la dirección del eje Y del sistema de coordenadas cartesianas y están aplicadas en secciones transversales a una distancia c de la sección central de la viga. El punto de aplicación de cada fuerza en su correspondiente sección transversal es el punto A, cuyas coordenadas acompañantes son 0, y_A (ver figura 2).

En los tramos $0 < z < c$ y $c < z < L$, no hay fuerzas exteriores distribuidas.

3. EL EQUILIBRIO INTERNO Y LOS ESFUERZOS DE LA BARRA

Como la estructura y las cargas son simétricas respecto del plano $Z = 0$ y el modo de pandeo lateral es también simétrico respecto de dicho plano, estudiamos la mitad de la viga cuyas coordenadas z son positivas.

Dado que en la sección $z = c$ está aplicada una fuerza concentrada, a los efectos de resolver el problema, consideramos separadamente el intervalo $0 < z < c$, que llamamos tramo 1 y el intervalo $c < z < L$, que llamamos tramo 2.

Teniendo en cuenta que las fuerzas exteriores distribuidas son nulas, las ecuaciones diferenciales de equilibrio interno para el tramo 1 son (referencia 4)

$$\frac{dV_{X_1}}{dz}=0 \qquad -V_{Y_1}+\left(\frac{dv_1}{dz}-x_C\cdot\frac{d\Theta_1}{dz}\right)N_{Z_1}+\frac{dM_{X_1}}{dz}=0$$

$$\frac{dV_{Y_1}}{dz}=0 \qquad V_{X_1}-\left(\frac{du_1}{dz}+y_C\cdot\frac{d\Theta_1}{dz}\right)N_{Z_1}+\frac{dM_{Y_1}}{dz}=0 \qquad (1)$$

$$\frac{dN_{Z_1}}{dz}=0 \qquad -\frac{dv_1}{dz}V_{X_1}+\frac{du_1}{dz}V_{Y_1}+\frac{dM_{Z_1}}{dz}=0$$

En estas ecuaciones V_{X_1}, V_{Y_1}, N_{Z_1}, M_{X_1}, M_{Y_1} y M_{Z_1} son los esfuerzos de la barra en la configuración deformada referidos a las coordenadas cartesianas fijas X, Y, Z; u_1 y v_1 son las componentes de los desplazamientos de los centros de corte de las secciones en las direcciones de los ejes X e Y, respectivamente; Θ_1 es la rotación de las secciones en su propio plano; x_C e y_C son las coordenadas del centro de corte.

Si integramos las ecuaciones (1) y tenemos en cuenta que la coordenada x_C del centro de corte es nula, se obtiene

$$V_{X_1}=V_{X_1}^{*} \qquad M_{X_1}=V_{Y_1}^{*}z-N_{Z_1}^{*}v_1+M_{X_1}^{*}$$

$$V_{Y_1}=V_{Y_1}^{*} \qquad M_{Y_1}=-V_{X_1}^{*}z+\left(u_1+y_C.\Theta_1\right)N_{Z_1}^{*}+M_{Y_1}^{*} \qquad (2)$$

$$N_{Z_1}=N_{Z_1}^{*} \qquad M_{Z_1}=V_{X_1}^{*}v_1-V_{Y_1}^{*}u_1+M_{Z_1}^{*}$$

En forma análoga, se obtiene para el tramo 2

$$V_{X_2}=V_{X_2}^{*} \qquad M_{X_2}=V_{Y_2}^{*}z-N_{Z_2}^{*}v_2+M_{X_2}^{*}$$

$$V_{Y_2}=V_{Y_2}^{*} \qquad M_{Y_2}=-V_{X_2}^{*}z+\left(u_2+y_C.\Theta_2\right)N_{Z_2}^{*}+M_{Y_2}^{*} \qquad (3)$$

$$N_{Z_2}=N_{Z_2}^{*} \qquad M_{Z_2}=V_{X_2}^{*}v_2-V_{Y_2}^{*}u_2+M_{Z_2}^{*}$$

En las ecuaciones (2) y (3), las cantidades señaladas con un asterisco (*) son doce constantes de integración. Su determinación puede realizarse mediante las condiciones de borde y continuidad correspondientes al problema y las 6 ecuaciones de equilibrio en la configuración deformada de un segmento de barra comprendido entre dos secciones infinitamente próximas de coordenadas, $z = c - \delta$ y $z = c + \delta$ con $\delta \to 0$.

Después de reemplazar las constantes en las ecuaciones (2) y (3), se obtiene para el tramo 1

$$
\begin{aligned}
&V_{X_1} = 0 \qquad && M_{X_1} = P(L-c) - P(y_C - y_A)v'_{12} \\
&V_{Y_1} = 0 \qquad && M_{Y_1} = 0 \\
&N_{Z_1} = 0 \qquad && M_{Z_1} = 0
\end{aligned}
\tag{4}
$$

y para el tramo 2

$$
\begin{aligned}
&V_{X_2} = 0 \qquad && M_{X_2} = P(L-z) \\
&V_{Y_2} = -P \qquad && M_{Y_2} = 0 \\
&N_{Z_2} = 0 \qquad && M_{Z_2} = Pu_2 - Pu_{12} - P(y_C - y_A)\Theta_{12}
\end{aligned}
\tag{5}
$$

En las ecuaciones (4) y (5), se usa la notación

$$
u_{12} = (u_1)_{z=c} = (u_2)_{z=c} \qquad \Theta_{12} = (\Theta_1)_{z=c} = (\Theta_2)_{z=c} \qquad v'_{12} = \left(\frac{dv_1}{dz}\right)_{z=c} = \left(\frac{dv_2}{dz}\right)_{z=c} \tag{6}
$$

4. LAS RELACIONES ENTRE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Las relaciones entre esfuerzos y deformaciones (referencia 4) son

$$
\begin{aligned}
&EI_x \frac{d^2v}{dz^2} + (y_C V_X - M_Z)\frac{du}{dz} + y_C V_Y \frac{dv}{dz} + (y_C V_X - x_C V_Y - M_Z) y_C \frac{d\Theta}{dz} + M_Y \Theta + M_X = 0 \\
&EI_y \frac{d^2u}{dz^2} + (x_C V_Y + M_Z)\frac{dv}{dz} + x_C V_X \frac{du}{dz} + (y_C V_X - x_C V_Y - M_Z) x_C \frac{d\Theta}{dz} + M_X \Theta - M_Y = 0
\end{aligned}
\tag{7}
$$

$$r_x = \frac{\iint_A y\left(x^2 + y^2\right)dx\,dy}{I_x} - 2y_C \qquad r_y = \frac{\iint_A x\left(x^2 + y^2\right)dx\,dy}{I_y} - 2x_C \tag{8}$$

Si en las ecuaciones (7) introducimos los esfuerzos expresados por las ecuaciones (4) y tenemos en cuenta que, como la sección es simétrica respecto del eje *y*, es $x_C = r_y = 0$, se tiene para el tramo 1,

$$EI_x \frac{d^2 v_1}{dz^2} + P(L-c) - P(y_C - y_A)v'_{12} = 0$$

$$EI_y \frac{d^2 u_1}{dz^2} + P(L-c)\Theta_1 = 0 \tag{9}$$

$$EI_w \frac{d^3\Theta_1}{dz^3} + P(L-c)\frac{du_1}{dz} - \left[GI_t + r_x P(L-c)\right]\frac{d\Theta_1}{dz} = 0$$

Después de derivar la última ecuación (9) una vez respecto de z, resulta

$$EI_w \frac{d^4\Theta_1}{dz^4} + P(L-c)\frac{d^2 u_1}{dz^2} - \left[GI_t + r_x P(L-c)\right]\frac{d^2\Theta_1}{dz^2} = 0 \tag{10}$$

Si procedemos en forma análoga para el tramo 2, obtenemos

$$EI_x \frac{d^2 v_2}{dz^2} - y_C P\frac{dv_2}{dz} + P(L-z) = 0$$

$$EI_y \frac{d^2 u_2}{dz^2} + P(L-z)\Theta_2 = 0 \tag{11}$$

$$EI_w \frac{d^3\Theta_2}{dz^3} + P(L-z)\frac{du_2}{dz} - \left[GI_t + r_x P(L-z)\right]\frac{d\Theta_2}{dz} + Pu_2 - Pu_{12} - P(y_C - y_A)\Theta_{12} = 0$$

Después de derivar la última ecuación (11) una vez respecto de z, se tiene

$$EI_w \frac{d^4\Theta_2}{dz^4} + P(L-z)\frac{d^2 u_2}{dz^2} + P r_x \frac{d\Theta_2}{dz} - \left[GI_t + r_x P(L-z)\right]\frac{d^2\Theta_2}{dz^2} = 0 \tag{12}$$

La primera ecuación (9) y la primera ecuación (11), permiten obtener la deflexión de la viga en su plano de simetría Y, Z. Para analizar el problema de pandeo lateral torsional debemos considerar el sistema de ecuaciones homogéneas formado por la segunda y la tercera ecuación en (9) y en (11).

De la segunda ecuación (9), obtenemos

$$\frac{d^2u_1}{dz^2} = -\frac{P(L-c)}{EI_y}\Theta_1$$

que reemplazada en la ecuación (10) nos da

$$\frac{d^4\Theta_1}{dz^4} - \frac{GI_T + r_x P(L-c)}{EI_w}\frac{d^2\Theta_1}{dz^2} - \frac{P^2(L-c)^2}{EI_w EI_y}\Theta_1 = 0 \qquad (13)$$

Procediendo en forma análoga, se obtiene para el tramo 2

$$\frac{d^4\Theta_2}{dz^4} - \frac{GI_T + r_x P(L-z)}{EI_w}\frac{d^2\Theta_2}{dz^2} + \frac{P r_x}{EI_w}\frac{d\Theta_2}{dz} - \frac{P^2(L-z)^2}{EI_w EI_y}\Theta_2 = 0 \qquad (14)$$

Si definimos los adimensionales

$$\zeta = \frac{z}{L} \qquad \kappa = \frac{c}{L} \qquad \alpha = \frac{GI_t L^2}{EI_w} \qquad \psi = \sqrt{\frac{EI_y}{GI_t}}\frac{r_x}{L} \qquad \gamma = \frac{PL^2}{\sqrt{EI_y GI_t}} \qquad (15)$$

la ecuación (13) puede escribirse en la forma

$$\frac{d^4\Theta_1}{d\zeta^4} - \alpha[1 + \gamma\psi(1-\kappa)]\frac{d^2\Theta_1}{d\zeta^2} - \gamma^2\alpha(1-\kappa)^2\Theta_1 = 0 \qquad (16)$$

y la ecuación (14) queda

$$\frac{d^4\Theta_2}{d\zeta^4} - \alpha[1 + \gamma\psi(1-\zeta)]\frac{d^2\Theta_2}{d\zeta^2} + \gamma\alpha\psi\frac{d\Theta_2}{d\zeta} - \gamma^2\alpha(1-\zeta)^2\Theta_2 = 0 \qquad (17)$$

Las ecuaciones diferenciales (16) y (17) deben satisfacer las siguientes condiciones de borde y continuidad

$$\left(\frac{d\Theta_1}{d\zeta}\right)_{\zeta=0}=0 \qquad \left(\frac{d^3\Theta_1}{d\zeta^3}\right)_{\zeta=0}=0 \qquad (\Theta_2)_{\zeta=1}=0 \qquad \left(\frac{d^2\Theta_2}{d\zeta^2}\right)_{\zeta=1}=0 \quad (18)$$

$$(\Theta_1)_{\zeta=\kappa}=(\Theta_2)_{\zeta=\kappa} \qquad \left(\frac{d\Theta_1}{d\zeta}\right)_{\zeta=\kappa}=\left(\frac{d\Theta_2}{d\zeta}\right)_{\zeta=\kappa} \qquad \left(\frac{d^2\Theta_1}{d\zeta^2}\right)_{\zeta=\kappa}=\left(\frac{d^2\Theta_2}{d\zeta^2}\right)_{\zeta=\kappa}$$

Asimismo, deben cumplir una condición adicional que obtenemos restando miembro a miembro la última ecuación (9) y la última ecuación (11), poniendo $z = c$ y teniendo en cuenta que

$$\left(\frac{du_1}{dz}\right)_{z=c}=\left(\frac{du_2}{dz}\right)_{z=c} \qquad \left(\frac{d\Theta_1}{dz}\right)_{z=c}=\left(\frac{d\Theta_2}{dz}\right)_{z=c}$$

Se obtiene

$$EI_w\left(\frac{d^3\Theta_1}{dz^3}\right)_{z=c}-EI_w\left(\frac{d^3\Theta_2}{dz^3}\right)_{z=c}+P(y_C-y_A)(\Theta_1)_{z=c}=0$$

Si en esta ecuación introducimos los adimensionales definidos por las ecuaciones (15), resulta

$$\left(\frac{d^3\Theta_2}{d\zeta^3}\right)_{\zeta=\kappa}-\left(\frac{d^3\Theta_1}{d\zeta^3}\right)_{\zeta=\kappa}-\gamma\alpha\psi\eta(\Theta_1)_{\zeta=\kappa}=0 \qquad (19)$$

5. LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La solución general de la ecuación diferencial (16) correspondiente al tramo 1 (intervalo $0<\zeta<\kappa$) es

$$\Theta_1 = A_1 \operatorname{sen}\mu\zeta + A_2\cos\mu\zeta + A_3 \operatorname{sh}\nu\zeta + A_4 \operatorname{ch}\nu\zeta \qquad (20)$$

donde A_1, A_2, A_3 y A_4 son cuatro constantes arbitrarias y μ y ν son dos adimensionales definidos por las expresiones

$$\mu = \sqrt{\sqrt{\frac{\alpha^2}{4}[1+\gamma\psi(1-\kappa)]^2+\gamma^2\alpha(1-\kappa)^2}-\frac{\alpha}{2}[1+\gamma\psi(1-\kappa)]} \qquad (21)$$

$$\nu = \sqrt{\sqrt{\frac{\alpha^2}{4}\left[1+\gamma\psi(1-\kappa)\right]^2 + \gamma^2\alpha(1-\kappa)^2} + \frac{\alpha}{2}\left[1+\gamma\psi(1-\kappa)\right]}$$

Si planteamos las dos primeras condiciones de la primera fila de ecuaciones (18), se obtiene $A_1 = A_3 = 0$ y la ecuación (20) queda

$$\Theta_1 = A_2 \cos\mu\zeta + A_4 \operatorname{ch}\nu\zeta \qquad (22)$$

Para obtener la solución de la ecuación diferencial (17) conviene definir una nueva variable adimensional

$$\xi = 1 - \zeta \qquad (23)$$

con lo que la ecuación diferencial (17) queda en la forma

$$\frac{d^4\Theta_2}{d\xi^4} - \alpha(1+\gamma\psi\xi)\frac{d^2\Theta_2}{d\xi^2} - \gamma\alpha\psi\frac{d\Theta_2}{d\xi} - \gamma^2\alpha\xi^2\Theta_2 = 0 \qquad (24)$$

Proponemos como solución de esta ecuación una serie de potencias de la forma

$$\Theta_2 = \xi^m\left(a_0 + a_1\xi + a_2\xi^2 + a_3\xi^3 + \ldots\right) \qquad (25)$$

donde m es una constante.

Si introducimos la ecuación (25) en la ecuación diferencial (24), se obtiene una serie de potencias de ξ donde la menor potencia es ξ^4. Si anulamos el coeficiente de esa potencia en la serie, se obtiene

$$a_0 m(m-1)(m-2)(m-3) = 0 \qquad (26)$$

Esta ecuación se satisface cuando

$$m = \begin{cases} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases} \qquad (27)$$

y adoptamos arbitrariamente $a_0 = 1$.

Si anulamos todos los demás coeficientes de la serie de potencias resultante, se obtienen los coeficientes $a_{j,m}$ de cuatro series de potencias de la forma (25) que son solución de la ecuación diferencial y que se corresponden con los valores de m consignados en la ecuación (27).

La solución general de la ecuación diferencial (24) puede entonces expresarse como la suma de cuatro series multiplicadas por sendas constantes arbitrarias, o sea

$$\Theta_2 = C_0 f_0 + C_1 f_1 + C_2 f_2 + C_3 f_3 \tag{28}$$

donde C_0, C_1, C_2 y C_3 son cuatro constantes y las series son

$$f_m = \sum_{j=0}^{\infty} a_{j,m} (1-\zeta)^{m+j} \tag{29}$$

con $m = 0, \quad 1, \quad 2, \quad 3$.

Los coeficientes de las series en la expresión (29) son

$$a_{0,m} = 1 \qquad a_{1,m} = 0 \qquad a_{2,m} = \frac{\alpha}{(m+2)(m+1)} \qquad a_{3,m} = \frac{\alpha\gamma\psi m}{(m+3)(m+2)(m+1)}$$

$$a_{4,m} = \frac{\alpha a_{2,m}}{(m+4)(m+3)} \qquad a_{5,m} = \frac{\alpha a_{3,m}}{(m+5)(m+4)} + \frac{\alpha\gamma\psi(m+2)a_{2,m}}{(m+5)(m+4)(m+3)} \tag{30}$$

$$a_{j,m} = \frac{\alpha a_{j-2,m}}{(m+j)(m+j-1)} + \frac{\alpha\gamma\psi(m+j-3)a_{j-3,m}}{(m+j)(m+j-1)(m+j-3)} +$$

$$+ \frac{\gamma^2 \alpha a_{j-6,m}}{(m+j)(m+j-1)(m+j-2)(m+j-3)}$$

con $j = 6, 7 \ldots\ldots \infty$

Las derivadas primera, segunda y tercera de las series (29) son

$$f'_m = \frac{df_m}{d\zeta} = -\sum_{j=0}^{\infty} a_{j,m} (m+j)(1-\zeta)^{m+j-1}$$

$$f''_m = \frac{d^2 f_m}{d\zeta^2} = \sum_{j=0}^{\infty} a_{j,m} (m+j)(m+j-1)(1-\zeta)^{m+j-2} \tag{31}$$

$$f_m''' = \frac{d^3 f_m}{d\zeta^3} = -\sum_{j=0}^{\infty} a_{j,m}(m+j)(m+j-1)(m+j-2)(1-\zeta)^{m+j-3}$$

Si introducimos la solución (28) en las dos últimas ecuaciones de la primera fila de condiciones (18), se obtiene

$C_0 = 0$ $\qquad\qquad$ $C_2 = 0$

con lo que la ecuación (28) se reduce a

$$\Theta_2 = C_1 f_1 + C_3 f_3 \tag{32}$$

Si se plantean las tres condiciones de la segunda fila de ecuaciones (18) y la condición (19), mediante las expresiones (22) y (32), se obtiene un sistema de cuatro ecuaciones lineales algebraicas homogéneas en A_2, A_4, C_1 y C_3. La condición para que este sistema tenga soluciones distintas de la trivial es que se anule el determinante de la matriz de los coeficientes, de donde resulta la ecuación

$$\begin{vmatrix} -\cos\mu\kappa & -\mathrm{ch}\nu\kappa & (f_1)_{\zeta=\kappa} & (f_3)_{\zeta=\kappa} \\ \mu\ \mathrm{sen}\ \mu\kappa & -\nu\ \mathrm{sh}\nu\kappa & (f_1')_{\zeta=\kappa} & (f_3')_{\zeta=\kappa} \\ \mu^2\cos\mu\kappa & -\nu^2\mathrm{ch}\nu\kappa & (f_1'')_{\zeta=\kappa} & (f_3'')_{\zeta=\kappa} \\ \gamma\alpha\psi\eta\cos\mu\kappa - \mu^3\mathrm{sen}\ \mu\kappa & \gamma\alpha\psi\eta\ \mathrm{ch}\nu\kappa - \nu^3\mathrm{sh}\nu\kappa & (f_1''')_{\zeta=\kappa} & (f_3''')_{\zeta=\kappa} \end{vmatrix} = 0 \tag{33}$$

Los elementos de la tercera y cuarta columna del determinante de la ecuación (33) se calculan con las expresiones (29) y (31), poniendo en ellas $\zeta = \kappa$ y sucesivamente $m = 1$ y $m = 3$.

La ecuación (33) es una función de la forma

$$F(\alpha, \kappa, \psi, \eta, \gamma) = 0 \tag{34}$$

donde los adimensionales α y ψ dependen de las propiedades geométricas y mecánicas de la viga, κ define la posición de las cargas en la longitud de la viga, η caracteriza a la ubicación del punto de aplicación de las cargas en el plano de la sección y γ es un adimensional que representa a la magnitud de las cargas con relación a propiedades de

la viga. Los adimensionales μ y ν, se calculan sobre la base de los adimensionales precedentemente mencionados.

Fijados α, κ ψ y η se obtiene el valor crítico γ_{cr} como la menor raíz real positiva de la función (34), lo que permite calcular la carga crítica en régimen elástico mediante la expresión

$$P_{cr} = \gamma_{cr} \frac{\sqrt{EI_y GI_t}}{L^2} \qquad (35)$$

6. LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La carga crítica P_{cr} del problema de pandeo lateral torsional considerado depende 10 magnitudes: L, c, I_y, I_t, I_w, r_x, y_A, y_C, E y G.

El empleo de variables adimensionales permite expresar la carga crítica γ_{cr} en función de sólo 4 variables adimensionales: α, κ, ψ y η. No obstante esta importante reducción, el número de variables adimensionales independientes es demasiado grande.

En el presente trabajo se optó por resolver el problema para valores de los adimensionales que pueden tener interés práctico.

Como la posible aplicación de este trabajo esté muy probablemente relacionada con vigas carrileras de puentes grúa, se consideraron las 37 combinaciones de perfiles doble Te y U (con disposición similar a la de la figura 2) que aparecen en la tabla de la página 161 del manual El Acero en la Construcción (referencia 5). En cada caso se supusieron longitudes de viga razonablemente acordes con la sección considerada y la altura del punto de aplicación de las cargas se adoptó teniendo en cuenta las dimensiones de los carriles para grúas según DIN 536 hoja 1 que aparece en la página 67 de referencia 5.

Con esta base, se calcularon los adimensionales α, ψ y η para todos los casos elegidos.

Los cálculos se realizaron mediante un programa desarrollado a tal efecto.

Los resultados obtenidos para ψ estuvieron en el intervalo $0{,}09 \leq \psi \leq 0{,}59$ y los valores de η en el intervalo $-0{,}58 \leq \eta \leq 0$. Del análisis de los valores obtenidos para α, se encontró que el intervalo más interesante era $50 \leq \alpha \leq 120$.

Se decidió entonces realizar los cálculos de γ_{cr} para valores de ψ entre 0,1 y 0,6 con intervalos de 0,1. Para η se adoptaron los valores extremos encontrados, o sea -0,6 y 0,0. Los valores de κ se tomaron entre 0,1 y 0,8 variando en intervalos de 0,1.

Para realizar los cálculos se desarrolló un programa de computación en lenguaje Fortran en el que se usó doble precisión. Las series fueron evaluadas mediante la suma de sus doscientos primeros términos, después de comprobar que los resultados no experimentaban cambio con cantidades de términos menores que la adoptada.

Los resultados obtenidos se consignan en las tablas 1 a 12.

En las tablas puede apreciarse la importancia que tienen los adimensionales κ, ψ y η. En cambio, el adimensional α tiene escasa influencia en los valores de γ_{cr}.

7. CÁLCULO DE LAS CARGAS CRÍTICAS MEDIANTE LAS FÓRMULAS APROXIMADAS DEL EUROCODE 3 Y FÓRMULA PROPUESTA

En el Eurocode 3 (referencia 2), la resistencia de cálculo de un elemento flexado se obtiene por un procedimiento que tiene en cuenta el momento crítico en régimen elástico (Art. 5.5.2 de la norma). En su anexo F, se consignan procedimientos para calcular el momento crítico de vigas elásticas con diversas condiciones de carga. En el caso particular de secciones simétricas respecto del eje de mínimo momento de inercia,

el momento crítico puede calcularse con la fórmula (F-2) que se transcribe a continuación

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL)^2} \left\{ \left[\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g - C_3 z_j)^2 \right]^{0,5} - (C_2 z_g - C_3 z_j) \right\} \qquad (36)$$

En el caso de extremos articulados, debe ponerse $k = k_w = 1$; los valores de las constantes C_1, C_2 y C_3 se toman de la tabla F.1.2 de dicho anexo, donde se encuentra $C_1 = 1{,}046$, $C_2 = 0.430$ y $C_3 = 1{,}120$.

La fórmula (36), expresada en términos de los adimensionales definidos en el presente trabajo, queda en la forma

$$(\gamma_{cr})_e = C_1 \frac{\pi^2}{4} \frac{1}{1-\kappa} \left\{ \left[\frac{1}{\alpha} + \frac{4}{\pi^2} + \psi^2 \left(C_2 \eta + \frac{1}{2} C_3 \right)^2 \right]^{0,5} + \psi \left(C_2 \eta + \frac{1}{2} C_3 \right) \right\} \qquad (37)$$

donde hemos llamado $(\gamma_{cr})_e$ al valor crítico del adimensional definido por la última ecuación (15), calculado con la fórmula del Eurocódigo 3.

Mediante la expresión (37) se calcularon todos los valores de $(\gamma_{cr})_e$ que se corresponden con los valores de γ_{cr} consignados en las tablas 1 a 12. Tomando a éstos últimos como valores exactos. se calculó en cada caso el error relativo porcentual

$$\varepsilon = \frac{\gamma_{cr} - (\gamma_{cr})_e}{(\gamma_{cr})_e} 100\% \qquad (38)$$

Se calcularon los 768 valores de ε correspondientes a los valores de γ_{cr} indicados en las tablas 1 a 12. En la tabla 13, se consignan valor máximo $máx\varepsilon$, el valor mínimo $mín\varepsilon$ y la media aritmética de los valores absolutos de los errores $|\varepsilon|_{med}$, calculada con la expresión

$$|\varepsilon|_{med} = \frac{1}{768}\sum_{i=1}^{768}|\varepsilon_i| \tag{39}$$

El valor $mín\varepsilon = -26{,}40\,\%$ es excesivo, teniendo en cuenta que un resultado negativo está del lado de la inseguridad. Por tal motivo, se hicieron tanteos con otros valores de las constantes C_1, C_2 y C_3 para tratar de mejorar la aproximación obtenida, llegándose en definitiva a una terna de valores de esas constantes con las que se obtienen mejores resultados que con las establecidas en el Eurocódigo.

Los resultados se muestran en la tabla 13.

Puede observarse que con las constantes propuestas disminuye apreciablemente la media aritmética de los valores absolutos de los errores $|\varepsilon|_{med}$ y el error extremo negativo es más aceptable.

8. CÁLCULO DE LAS CARGAS CRÍTICAS MEDIANTE LA NORMA AMERICANA DEL AISC

La norma AISC (referencia 6) de diciembre de 1999 no contenía prescripciones que permitieran la determinación de las cargas críticas para vigas de sección como la indicada en la figura 2.

El tema aparece considerado en la nueva norma americana ANSI/AISC 360-05 de marzo de 2005 (referencia 3). Las expresiones contenidas en esta norma no pueden expresarse en términos de los adimensionales definidos en este trabajo, por lo que resulta difícil realizar una comprobación amplia de los resultados.

Corresponde sí destacar que las prescripciones de la norma americana no permiten tener en cuenta la altura del punto de aplicación de las cargas en la determinación del valor

crítico de las mismas, lo que constituye una deficiencia de la norma, dada la importancia que tiene este parámetro, según puede observarse en los resultados del presente trabajo.

9. CONCLUSIONES

Los valores críticos de las cargas que producen el pandeo lateral en régimen elástico en el caso estudiado, pueden calcularse mediante las tablas 1 a 12, realizando interpolaciones adecuadas.

Puede comprobarse que con las expresiones aproximadas del Eurocode 3 se obtienen resultados en general bastante precisos, pero que en algunos casos tienen errores algo grandes del lado de la inseguridad. La aproximación propuesta mejora los resultados.

La norma americana LRFD (año 2000) no contiene prescripciones para calcular los valores críticos para secciones monosimétricas.

La nueva norma americana (año 2005) trae prescripciones que no pueden ser expresadas en términos de los adimensionales que surgen del análisis teórico y no permiten tener en cuenta la altura del punto de aplicación de las cargas, lo que constituye una deficiencia de la norma.

10. REFERENCIAS

1. S. P. Timoshenko & J. M. Gere, Theory of Elastic Stability. Ed. McGraw-Hill, 1961.

2. Comité Européen de Normalisation, Eurocode 3, Calcul des structures en acier et Document d'Application National. Partie 1: Règles générales et règles pour les bâtiments, Association Française de Normalisation, 1992.

3. American Institute of Steel Construction, Specification for Structural Steel Buildings, March 9, 2005.

4. H. Rezk, Teoría de segundo orden de las barras elásticas prismáticas de sección abierta y paredes delgadas, Ed. Fac. de Ing. de la Univ. de Buenos Aires, 1981.

5. Verein Deutscher Eisenhüttenleute, El acero en la construcción, Ed. Reverté, 1971

6. American Institute of Steel Construction, Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings, December 27, 1999.

Tabla 1. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0,1$ y $\eta = -0,6$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,181	2,306	2,521	2,854	3,362	4,168	5,561	8,413
60	2,171	2,296	2,511	2,843	3,349	4,152	5,539	8,380
70	2,164	2,289	2,504	2,835	3,339	4,140	5,524	8,357
80	2,159	2,284	2,498	2,828	3,332	4,131	5,512	8,339
90	2,155	2,280	2,494	2,824	3,327	4,124	5,503	8,325
100	2,152	2,277	2,490	2,820	3,322	4,119	5,495	8,314
110	2,149	2,274	2,488	2,817	3,319	4,114	5,489	8,305
120	2,147	2,272	2,485	2,814	3,316	4,110	5,484	8,297

Tabla 2. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0{,}2$ y $\eta = -0{,}6$.

α	κ=0,1	κ=0.2	κ=0.3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,143	2,273	2,496	2,841	3,369	4,214	5,687	8,736
60	2,134	2,264	2,486	2,829	3,356	4,196	5,663	8,699
70	2,127	2,257	2,479	2,821	3,346	4,183	5,646	8,673
80	2,122	2,252	2,473	2,815	3,338	4,174	5,632	8,652
90	2,118	2,248	2,469	2,810	3,332	4,166	5,622	8,636
100	2,115	2,245	2,465	2,806	3,328	4,160	5,614	8,623
110	2,112	2,242	2,463	2,803	3,324	4,155	5,607	8,612
120	2,110	2,240	2,460	2,800	3,321	4,151	5,601	8,602

Tabla 3. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0{,}3$ y $\eta = -0{,}6$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,105	2,239	2,468	2,821	3,366	4,242	5,788	9,030
60	2,096	2,230	2,458	2,810	3,351	4,223	5,761	8,987
70	2,089	2,223	2,450	2,801	3,341	4,209	5,741	8,955
80	2,084	2,218	2,445	2,795	3,333	4,198	5,725	8,930
90	2,080	2,214	2,440	2,789	3,326	4,190	5,713	8,910
100	2,077	2,211	2,437	2,785	3,321	4,183	5,702	8,893
110	2,074	2,208	2,434	2,782	3,317	4,177	5,694	8,879
120	2,072	2,206	2,431	2,779	3,314	4,173	5,687	8,867

Tabla 4. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0{,}4$ y $\eta = -0{,}6$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2.067	2.204	2,437	2.797	3.354	4,256	5,866	9,294
60	2,057	2.195	2,427	2.785	3.338	4,235	5,834	9,241
70	2.051	2,188	2.419	2,776	3,327	4.219	5,810	9,201
80	2.046	2,183	2,413	2.769	3.318	4,207	5,791	9,170
90	2,042	2,179	2,409	2.764	3.311	4,197	5,776	9,144
100	2,039	2,176	2.405	2.759	3,306	4,189	5,764	9.122
110	2,036	2.173	2,402	2.756	3.301	4.183	5,754	9.104
120	2,034	2.171	2.400	2,753	3,297	4,177	5,745	9.088

Tabla 5. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0.5$ y $\eta = -0,6$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0.6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,028	2,169	2,405	2,769	3,335	4,258	5,922	9.524
60	2,019	2,159	2,394	2,756	3,318	4,234	5,885	9,460
70	2,013	2,152	2,386	2,747	3,306	4,216	5,857	9,410
80	2,008	2,147	2,380	2,740	3,296	4,202	5,834	9.371
90	2,004	2,143	2,376	2,734	3,289	4,191	5,817	9,338
100	2,000	2,140	2,372	2,730	3,283	4,183	5,802	9,310
110	1,998	2,137	2,369	2,726	3.278	4,175	5,790	9,287
120	1,996	2,135	2,366	2,723	3,273	4,169	5,779	9.266

Tabla 6. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0,6$ y $\eta = -0,6$

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	1,990	2,133	2,371	2,739	3,310	4,249	5,960	9,722
60	1,981	2,123	2,360	2,725	3,292	4,222	5,916	9,644
70	1,974	2,116	2,352	2,715	3,279	4,202	5,883	9,583
80	1,969	2,111	2,346	2,708	3,269	4,187	5,857	9,534
90	1,965	2,107	2,341	2,702	3,260	4,175	5,836	9,493
100	1,962	2,104	2,337	2,697	3,254	4,165	5,819	9,459
110	1,960	2,101	2,334	2,693	3,248	4,157	5,804	9,429
120	1,957	2,099	2,331	2,689	3,244	4,149	5,792	9,403

Tabla 7. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0,1$ y $\eta = 0$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,298	2,424	2,643	2,980	3,496	4,311	5,714	8,577
60	2,289	2,415	2,633	2,969	3,483	4,295	5,693	8,545
70	2,282	2,408	2,625	2,961	3,473	4,283	5,678	8,522
80	2,277	2,403	2,620	2,955	3,466	4,274	5,666	8,505
90	2,273	2,399	2,615	2,950	3,461	4,268	5,657	8,491
100	2,270	2,396	2,612	2,946	3,456	4,262	5,650	8,480
110	2,268	2,393	2,609	2,943	3,453	4,258	5,644	8,472
120	2,265	2,391	2,607	2,941	3,450	4,254	5,639	8,464

Tabla 8. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0{,}2$ y $\eta = 0$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,378	2,512	2,743	3,101	3,650	4,520	6,026	9,107
60	2,369	2,502	2,733	3,090	3,636	4,504	6,004	9,074
70	2,363	2,496	2,726	3,082	3,627	4,492	5,988	9,051
80	2,358	2,491	2,720	3,076	3,620	4,483	5,976	9,033
90	2,354	2,487	2,716	3,071	3,614	4,476	5,967	9,019
100	2,351	2,484	2,713	3,067	3,610	4,471	5,960	9,008
110	2,349	2,481	2,710	3,064	3,606	4,466	5,954	8,998
120	2,347	2,479	2,708	3,062	3,603	4,462	5,948	8,991

Tabla 9. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0,3$ y $\eta = 0$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,458	2,599	2,842	3,222	3,804	4,731	6,343	9,656
60	2,449	2,589	2,832	3,210	3,790	4,714	6,320	9,621
70	2,443	2,583	2,825	3,202	3,780	4,702	6,304	9,596
80	2,438	2,578	2,820	3,196	3,773	4,693	6,291	9,577
90	2,434	2,574	2,816	3,191	3,767	4,685	6,281	9,562
100	2,431	2,571	2,812	3,187	3,763	4,680	6,273	9,550
110	2,429	2,568	2,809	3,184	3,759	4,675	6,266	9,540
120	2,427	2,566	2,807	3,181	3,756	4,671	6,261	9,531

Tabla 10. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0{,}4$ y $\eta = 0$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,537	2,685	2,942	3,341	3,957	4,943	6,665	10,22
60	2,528	2,676	2,931	3,330	3,943	4,925	6,640	10,18
70	2,522	2,669	2,924	3,321	3,933	4,912	6,622	10,16
80	2,517	2,664	2,918	3,315	3,925	4,902	6,608	10,14
90	2,514	2,660	2,914	3,310	3,919	4,894	6,597	10,12
100	2,511	2,657	2,911	3,306	3,914	4,888	6,588	10,10
110	2,508	2,654	2,908	3,302	3,910	4,883	6,581	10,09
120	2,506	2,652	2,905	3,300	3,907	4,878	6,575	10,08

Tabla 11. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0{,}5$ y $\eta = 0$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,616	2,771	3,040	3,461	4,111	5,156	6,990	10,80
60	2,607	2,762	3,030	3,448	4,096	5,137	6,963	10,76
70	2,601	2,755	3,022	3,440	4,085	5,122	6,943	10,73
80	2,596	2,750	3,016	3,433	4,077	5,112	6,928	10,70
90	2,592	2,746	3,012	3,428	4,070	5,103	6,916	10,69
100	2,589	2,742	3,008	3,423	4,065	5,096	6,906	10,67
110	2,587	2,740	3,005	3,420	4,060	5,090	6,898	10,66
120	2,585	2,737	3,003	3,417	4,057	5,085	6,890	10,65

Tabla 12. Valores de γ_{cr} para $\psi = 0{,}6$ y $\eta = 0$.

α	κ=0,1	κ=0,2	κ=0,3	κ=0,4	κ=0,5	κ=0,6	κ=0,7	κ=0,8
50	2,695	2,857	3,138	3,579	4,264	5,369	7,317	11,39
60	2,686	2,847	3,127	3,567	4,248	5.348	7,288	11,34
70	2,679	2,840	3,119	3,557	4,236	5,332	7,266	11,31
80	2,674	2,834	3,113	3.550	4,227	5,320	7,249	11,28
90	2,670	2,830	3,109	3,544	4,220	5.311	7,235	11,26
100	2,667	2,827	3,105	3,540	4,214	5,303	7,224	11,24
110	2,664	2,824	3,102	3,536	4,210	5,297	7,215	11,23
120	2,662	2,822	3,099	3,533	4,206	5,291	7,207	11,22

Tabla 13. Errores de la fórmula del Eurocódigo y de la aproximación propuesta.

	C_1	C_2	C_3	$máx\varepsilon$	$mín\varepsilon$	ε_{med}
	-	-	-	%	%	%
Eurocódigo 3	1,046	0,430	1,120	12,78	-26,40	12,09
Propuesta	0,940	0,650	1,120	26,44	-14,59	7,123

Figura 1. El problema considerado.

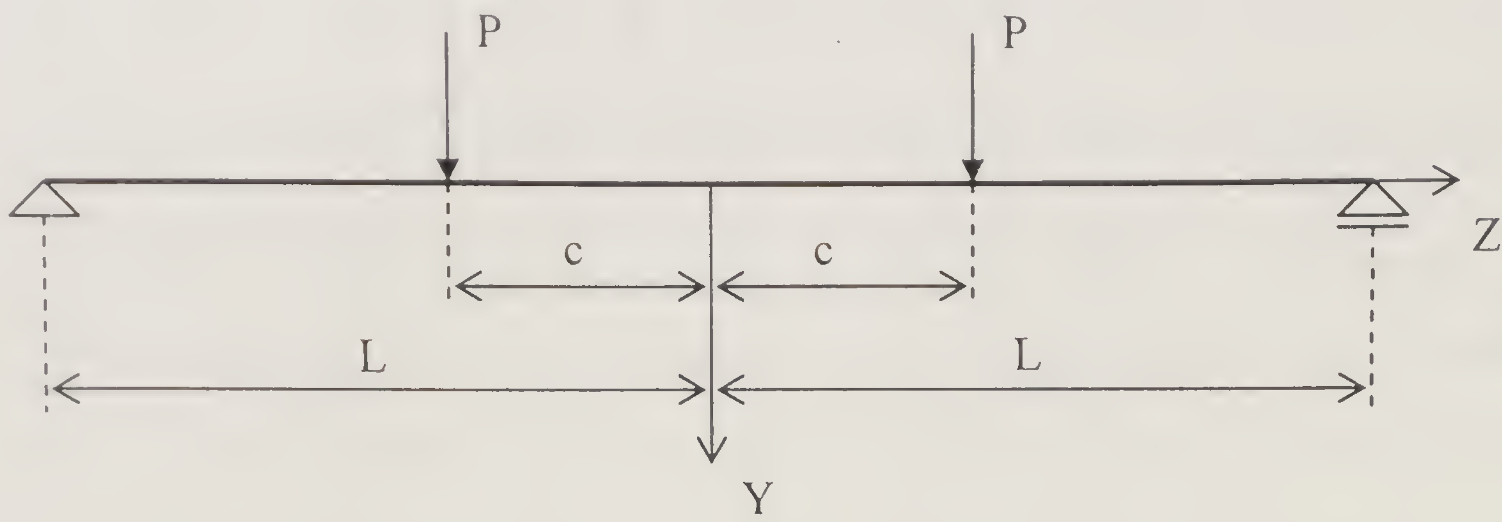
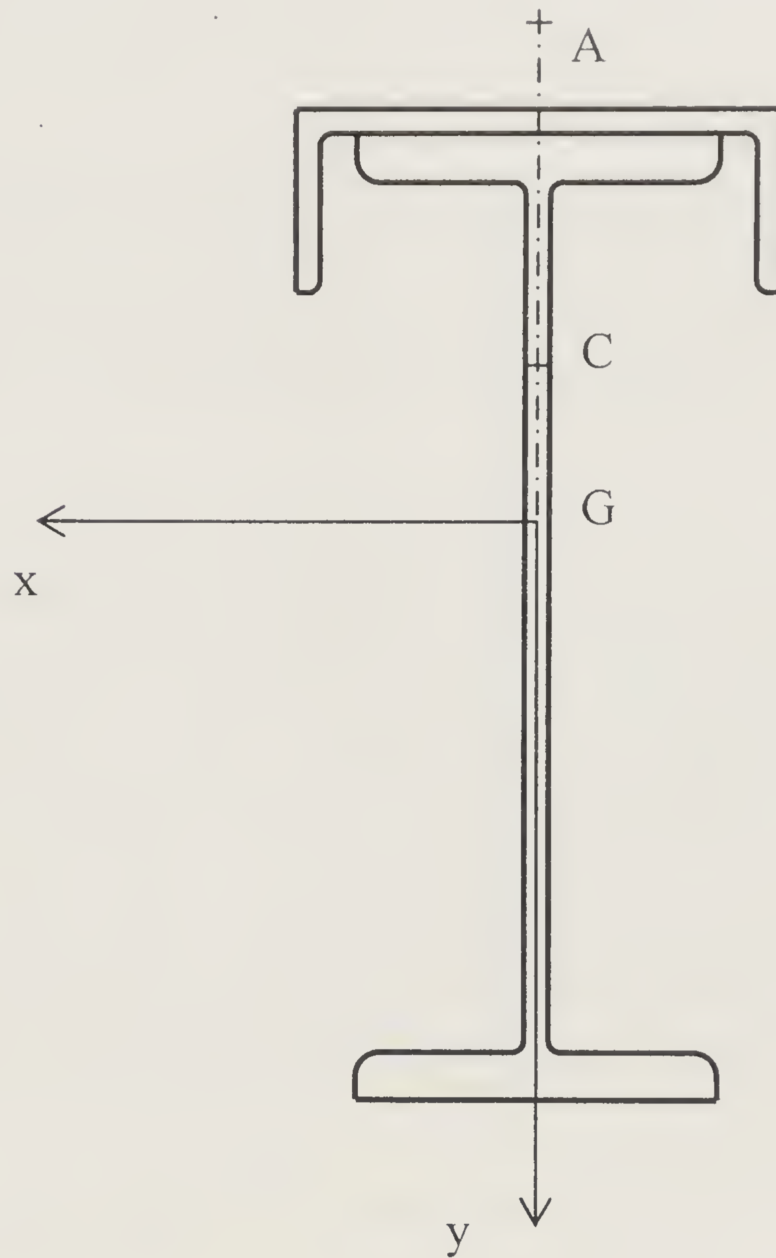


Figura 2. Sección transversal de la viga.



IS NASAL POLYPOSIS AN ALLERGIC CONDITION ?

Angel Alonso, Norberto R.Campana, Isabel Kaimen-Maciel, Carlos H. Pionetti, Julio F. Albónico.
Centro de Alergia y Cátedra de Otorrinolaringología - Hospital de Clìnicas –
Buenos Aires – Argentina –

Introduction.

Nasal polyposis (NP) is a chronic and benign illness that affects the nasal mucous membrane and the paranasal sinuses and has a multiple origin that deserves careful research and interpretation. Allergy was considered in the past as the main factor that affecting this part of the upper respiratory tract developed soft, lobule and not fixed enlargements with chronic recurrence. These lobules has generally a diameter of 2 to 3 cms and show a pale, rose or reddish wet-brilliant surface at anterior rhinoscopy. Notwithstanding, sometimes they appear as big, numerous and bilateral tumours that deform the nose. (The Cyrano of Bergerac's looking). Histologically they show : 1) a respiratory -type epithelium; 2) a mixomatous submucosa ; 3) an inflammatory cells infiltrate (eosinophils, monocytes, lymphocytes and mastocytes) and 4) a vasomotor disbalance. On the other hand, four histological types may be used to classify the NP only in a scholastic way because they do not only exhibit a pure histological type but also a combination one. These types are : 1) the eosinophilic ; 2) the fibroinflammatory; 3) the polyps with glandular hyperplasia and 4) the polyps with stromal atipia.

The paramount importance of the histopathological diagnosis is to establish clearly the difference with a neoplasia. (1-2-4-10-13-19-20-30-31-34).

Etiopathogenesis.

The eosinophilic polyps are very common (60-85 % of the whole patients) with bilateral localization possessing a respiratory epithelium with an increase of mucous glands and squamous metaplasia. The basal membrane is thick and hyaline. The aedematous stroma differs in quantity and quality with a mixture of an amorfous substance and a inflammatory cells infiltrate. These cells comprise a great number of eosinophils with lymphocytes, monocytes, fibroblasts and mastocytes activated by a non allergic trigger. The scarce glands are atypical without innervation of the small vessels. (3-11-16).

The proinflammatory polyps (less than 10 % of the whole patients) are characterized by the absence of stromal aedema with a marked diminish of mucous glands. The epithelium shows a squamous metaplasia and cube-shaped cells. The infiltrate is abundant in lymphocytes and fibroblasts with a few eosinophils and erratic fibrotic zones. (9-12-15-18).

The polyps with glandular hyperplasia represent only the 5 % of the whole patients and are typical of an aedematous stroma with plenty glands resembling a cystic adenoma with cilindric cells.

Finally, those polyps with stromal atipia are very infrequent and although they seem to be a common polyp their infiltrates present atipical stromal cells, hyperchromatic with a star-shaped cytoplasm and reactive fibroblasts without mitosis. They appear solely and unilaterally and must be carefully analized in the his-

topathological diagnosis.

Mechanisms.

Several hypothesis were proposed to explain the surprising appearance of the NP.

The first fact is that none of them can make known in detail the causes that led to the development of these benign tumours.

Mechanic factors aggravated by the pressure of the inhaled air as well as the coexistence with chronic infectious sinusitis or perennial allergic rhinitis are evoked as the main factors involved in NP etiology.

As Stramberg proposed the NP appear in certain zones of the nasal mucous membrane ("contact sites") that show marked thinness, narrowness and roughness with mucostasis and increase turbulence of the air flow that damage the epithelium ("bottle neck").

After a long time these factors would be the original sin for the further development of the NP. The "contact sites" are the ethmoidal lateral wall, the osteomeatal complex and its neighbourhood. This physical theory does not explain the eosinophilic infiltrate that predominates in the majority of the NP or the neutrophils that accompany the NP of the cystic fibrosis, the ciliar diskinesia or the Young s syndrome.

We pressume that NP is build on a epithelium with a unknown genetic aberration presumably at the transcriptional level who suffers the chronic pressure of several cytokines, chemokines and metabolic products such as IL-1, IL-3, IL-5, TGF-β, TNF-α, RANTES, eotaxin, Major Basic Protein, GM-CSF, PAF, IL-8, tryptase, catepsine-G, carboxipeptidase, chemotrypsine and nitric oxide, produced by the same epithelium and a lot of inflammatory cells that appear in this complicated scenario and play a unfortunate role that ends in NP.

Although eosinophils appear to be the prima-donne of this drama the lymphocytes develop an intriguing role considering that LTCD8 predominates over LTCD4 expressing CD2, CD3, CD5, CD7, CD28, CD45RO and TCRαβ. This memory cells are resistant to anti-CD95 and produce similar quantities of Th1 and Th2 cytokines.

¿Do they fail to supress the development of NP ? ¿Are they attracted by some structures of the environment to trigger an inflammatory response as we can see in the proinflammatory polyps or in those induced by the fungus Rhinosporidium seeberi ?. (6-7-8-14-15-17-18-21-25-26-28-29-32-36-37).

Mastocytes are divided into 2 subgroups according to their content of different enzymes. The Mtc class (tryptase-chimase enrichment) appear in the eosinophilic polyps and increase the role of some cytokines and chemical mediators such as histamine and leukotrienes.

The role of local synthetized IgE amplifies the mastocyte activation meanwhile the serum IgE seems to play no role in this phenomenon. Thus, atopy is not a risk factor for NP although allergic perennial rhinitis must be intensely treated in those who associate both pathologies. The role of local IgA and IgG is not clear.

We found an increase in the IgG levels in the NP after 3 years of specific immunotherapy in an atopic population who suffered both pathologies. Analogous situation corresponds to the finding of substance P and other peptidergic opioids in the stroma of the NP whose importance remains uncertain. Low concentrations of nitric oxide in NP are due to the excessive synthesis of the superoxide anion by the eosinophils and mastocytes that inhibit the INOS enzyme.

Bachert in 1999 reinforced the idea that the eosinophilic infiltrate of the stroma induces a mass of albumin, fibronectin, extracellular matrix and myofibroblasts that could be the origin of the polypoid formation. The role of Staphylococcus aureus endotoxins and its specific IgE are not clear. In the past we demonstrated the presence of specific IgE anti-Neisseria flavescens without a clear association with atopy, chronic sinusitis and NP. On the other hand, we can not forget the importance of the triad bronchial asthma, ASA sensitivity and NP (Samter & Beers syndrome) without any role to specific antibodies but to a conspicuous disbalance in the prostaglandins metabolism. Bernstein pointed out a vicious circle composed by the proinflammatory cytokines, eosinophils and their granules and the consecutive alterations of the cytoarchitecture of the epithelium with a defect in the CFTR protein.

The polyps that appear in cystic fibrosis show 3 important alterations of the epithelium : 1) of the gene of the CFTR protein that regulates the chlorine-channels ; 2) the widening of the sodium-channels and 3) the

increase of the levels of the ATPase-Na-K dependent. (22-33-35).

Treatment.

After an accurate diagnosis confirmed by the histopathology different surgical approaches must be carried out to solve the ventilatory problem. Medical procedures should be performed to diminish the inflammatory cells of the nasosinusal mucosa such as the inhaled steroids or even by the systemic route with or without antibiotics in short-term treatments. Immunotherapy is indicated only in those cases that are associated with atopic rhinitis to improve this last condition that could postpone the NP recurrence. (5-21- 23-24- 27).

Conclusions.

1): NP seem to be a genetic condition triggered by environmental and endogenous factors not clearly defined.

2): NP is not an atopic condition but occasionally it could accompany allergic rhinitis and ASA sensitivity.

3): Surgery is the paramount treatment to avoid infections and deformities.

4): Sustained inhaled nasal steroids appear to be the most useful treatment to relief NP and its recurrence.

5): Newer chemical products should be investigated to inhibit inflammatory cytokines, chemokines and metabolic mediators to postopone the recurrence.

Resúmen.

La poliposis endonasal recidivante (PENAR) sigue siendo un problema cuya única solución es la cirugía. Se analizan mecanismos inflamatorios que concurrirían a formar la PENAR y se describen sus diversos tipos histológicos. Se enfatiza en que no es una condición atópica aunque puede acompañar a la rinitis alérgica perenne, al asma bronquial y a la sensibilidad a la aspirina. Se focaliza la investigación sobre un comportamiento aberrante de la célula epitelial presionada crónicamente por factores ambientales y endógenos parcialmente conocidos. Los esteroides nasales inhalados se proponen como medicación de cierta utilidad para retardar la recurrencia. La inmunoterapia con aeroalergenos sólo mejorará la rinitis y asma atópicos al modificar las condiciones histológicas de la mucosa nasosinusal.

En algunos casos se observó un retraso en la recidiva de los pólipos y se documentó una modificación del tipo histológico (de eosinofílico a mononuclear) y del contenido de inmunoglobulinas in situ con predominio de IgG cuya significación deberá analizarse.

Abstract.

Nasal polyposis is a benign, inflammatory and chronic condition that needs surgical treatment to avoid complications. Its origin is still a matter of investigation although a lot of information was provided in the last 20 years. Cytokines, chemokines and metabolic mediators were involved in the responsibility of the NP growth although a genetic aberration of the epithelium is suspected. The role of serum or local immunoglobulins (IgA, IgG and IgE) seem not to play an important role in NP.

Thus, it is not an atopic condition and specific immunotherapy is only relevant in those patients with allergic rhinitis or bronchial asthma.-

Palabras clave : pólipos nasales ; aberración epitelial ; agresión ambiental; infiltrados celulares.

Key words : nasal polyposis ; epithelial aberration ; environmental influences ; cellular infiltrates.

REFERENCES.

1.-Alonso A.,Prestisimone R.,Varela M., : Estudio histológico e inmunoserológico de la PENAR en relación con la vacunoterapia. Allergol et Immunopathol., 1976; IV : 121-130.

2.-Alonso A. Campana N. Kaimen Maciel I.: Poliposis endonasal recidivante: Hallazgos en 188 pacientes. Prens. Méd Argent. 1992; 79:409-412.

3.- Appenroth E.: Activated and non-activated eosinophils in patients with chronic rhinosinusitis. Acta Otolaryngol (Stockh) 1998; 118:240-242.

4.-Bachert C.: Nasal polyposis: A new concept on the formation of polyps. Allergy Clinical Inmunology International.

1999; 11 (4):263-269.

5.-Badia L.: Topical corticosteroids in nasal polyposis. Drugs 2001; 61(5): 573-8.

6.-Bernstein J. M.: Nasal polyposis: Inmunohistochemistry and bioelectrical findings (a hypothesis for the development of nasal polyps). Allergy Clin Inmunol. 1997; 99 (2):165-175.

7.-Bernstein J. M.: The molecular biology of nasal polyposis. Current Allergy and Asthma Reports. 2001; 1:262-267.

8.- Bolard F.: Cell and cytokine profiles in nasal secretions from patients with nasal polyposis: Effect of topical steroids and surgical treatment. Allergy. 2001; 56(4): 333-8.

9.-Eustace J. A.: The Churg Strauss Syndrome. 2001.

10.-Fajardo Dolci G.: Poliposis nasal. Médica Sur. Mexico. 2000; 7(3):115-120.

11.-Ferger T. A.: Local and systemic eosinophil activation in allergic fungal sinusitis. Annals of Allergy, Asthma and Inmunology. 1997; 79: 221-5.

12.-Greisner W. A.: Hereditary factor for nasal polys. Allergy Asthma Proc. 1996; 17 (5):283-6.

13.-Hamilos D.L.: Los pólipos nasales como tejido inmunorreactivo. Allergy and Asthma Proceedings, Edición Española. 1997; XI (2): 1-3.

14.-Hamilos D.L.: GR-beta expression in nasal polyp inflammatory cells and its relatioship to the anti-inflammatory effects of intranasal fluticasone. Allergy Clin Inmunol. 2001; 108 (1): 59-68.

15.-Isaacson G.: Cystic fibrosis and sinusitis. Ear Nose Throat J. 1998; 77 (11): 886-8.

16.-Jankowski R.: Eosinophils in the pathophysiology of nasal polyposis. Acta Otolaryngol (Stockn). 1996; 116 (2): 160-163.

17.-Kim J.: The role of woodstoves in the etiology of nasal polyposis. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2002; 128(6): 682-6.

18.-Kramer. M.F.: Nasal polyposis: eosinophils and interleukin-5. Allergy 1999; 54: 669-680.

19.-Larsen. P.L.: Origin of nasal polyps. Laryngoscope 1991;101: 305-312.

20.-Larsen P.L.: Nasal polyps and their relation to polyps/hypertrophic polypoid mucosa in the paranasal sinuses: A macro-, and microscopic study of autopsy materials. American Journal of Rhinology. 1998; 12 (1): 45-51.

21.-Marple BF.: Allergic fungal rhinosinusitis: current theories and management strategies. Laryngoscope 2001; 111(6):1006-19.

22.-McGeehan M.: The mechanisms of Aspirin-intolerant asthma and its management. Current Allergy and Asthma Reports. 2002; 2:117-125.

23.-Mygind N.: Advances in the medical treatment of nasal polyps. Allergy 1999; 54 (suppl 53): 12-6.

24.-Nonaka M.: A macrolide antibiotic, roxithromycin, inhibits the growth of nasal polyps fibroblasts. Am J Rhinol. 1999; 13(4): 267-72.

25.-Norlander T.: Experimentally induced polyps in the sinus mucosa: A structural analysis of the initial stages. Laryngoscope 1996; 106 (2): 196-203.

26.-Ogawa H.: A possible role of aerodynamic factors in nasal polyp formation. Acta Otolaryngol (Suppl). 1986; 430:18-20.

27.-Ragab S.: An open audit of montelukast, a leukotriene receptor antagonist, in nasal polyposis associated with asthma. Clin Exp Allergy. 2001; 31(9): 1385-91.

28.-Sánchez-Segura A.: T lymphocytes that infiltrate nasal polyps have a specialized phenotype and produce a mixed Th1/Th2 pattern of cytokines. J Allergy Clin Inmunol. 1998; 102 (6), part 1: 953-59.

29.-Schubert M. S.: Fungal rhinosinusitis: Diagnosis and therapy. Current Allergy and Asthma Reports. 2001;1:268-276.

30.-Settipane G. A.: Epidemiología de los pólipos nasales. Allergy and Asthma Proceedings, Edición Española. 1997; XI (2): 4-9.

31.-Sorensen H.: Histology of nasal polyps of different etiology. Rhinology. 1977; 15(3):121-8.

32.-Takeno S.: Nuclear factor-kappa B activation in the nasal polyps epithelium: relationship to local cytokine gene expression. Laryngoscope. 2002; 112(1): 53-8.

33.-Tricio L.: Poliposis nasal y rinosinusopatias: Actualidades en Asma, Alergia e Inmunología; Workshop: Rinosinusitis en el adulto. Noviembre 2000.

34.-Voegels RL.: Nasal polyposis and allergy: is there a correlation?. Am J Rhinol. 2001; 15(1): 9-14.

35.-Watkins D. N.: Expression and localization of the inducible isoform of nitric oxide synthase in nasal polyp epithelium. Clinical and Experimental Allergy. 1998; 28: 211-219.

36.-Yanagisawa E.: Endoscopic view of the sites of origin of nasal polyps. Ear, Nose and Throat Journal. 2000; 79 (7): 490-2.

37.-Young-Ki K.: Stem cell factor in nasal polyposis and allergy rhinitis: increased expression by structural cells is suppressed by in vivo topical corticosteroids. J Allergy Clin Inmunol. 1997; 100 (3): 389-398.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Las siguientes *Instrucciones para los autores* constituyen el reglamento de publicaciones de los ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTIFÍCA ARGENTINA.

1) Generales

Los ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFCA ARGENTINA constituyen una revista multidisciplinaria, fundada en 1876, que considera para su publicación trabajos de cualquier área de la ciencia.

Los originales deben ser enviados al director, a Av. Santa Fe 1145, Buenos Aires, CP.:1059, República Argentina, en tres copias en papel, a dos espacios, tamaño carta, acompañados de su correspondiente disquete. Los disquetes deberán estar rotulados con el nombre del autor o del primer autor si son varios haciendo constar el sistema computacional usado para grabar el mismo, el tipo y versión del procesador utilizado y nombres de los archivos.

Los autores serán notificados de inmediato de la recepción de sus originales. Dicha notificación no implica la aceptación del trabajo. Los originales son enviados a uno o más 'arbitros, quienes asesoran al director y a la comisión de redacción acerca de la aceptación, rechazo o sugerencia de modificaciones. La decisión final respecto a la publicación o no del trabajo es solamente responsabilidad del director.

Los originales remitidos para su publicación en los ANALES deben ser inéditos y no hallarse en análisis para su publicación en otra revista o cualquier otro medio editorial.

Todo trabajo aceptado en los ANALES no podrá ser publicado en otro medio gráfico sin previo consentimiento de la dirección.

Los ANALES se reservan el derecho de rechazar sin más trámite a aquellos originales que no se ajusten a las normas expuestas en la presente guia de *Instrucciones para los autores.*

Los ANALES constan de las siguientes secciones:

-artículos de investigación
-notas breves de investigación
-articulos de revisión y/o actualización
-editoriales
-recensiones
-cartas a la dirección
-informaciones del quehacer de la SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA
-informaciones científicas y acádemicas de interés general

Los autores, al remitir sus trabajos, deberán hacer constar la sección, a la que según su juicio, corresponden sus aportes y consignar claramente la dirección postal, teléfono, fax y dirección electrónica (si la tuviere) a la cual se remitirá toda información corceniente al original.

2) Originales

Los ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA publicarán trabajos escritos en los idiomas: español, francés, inglés y portugués.

Los originales deberán respetar la siguiente estructura:

1ª pagina:

-Título del trabajo: no mayor de veinticinco (25) palabras
-Nómina de los autores, institución o instituciones a la que pertenecen cada uno de ellos.
-Institución en la que se llevó a cabo el trabajo en el caso que difiera de la institución de pertenencia.
-Domicilio postal y electrónico (si lo tuviere)

2ª página:

-Resumen en idioma español de no más de 400 palabras, con su correspondiente traducción al inglés. La traducción al inglés deberá incluir el título del trabajo cuando éste haya sido escrito en español y viceversa, si el trabajo se halla escrito en inglés el resumen en español deberá incluir la traducción del título.
-La inclusión de resumenes en francés y portugués es facultativa de los autores.
-Palabras claves para el registro bibliogáfico e inserción en bases de datos, en español e inglés.

En las páginas siguientes se incluirán las secciones Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Referencias. A continuación se agregarán las tablas con sus títulos, leyendas de las figuras y gráficos y finalmente las figuras y gráficos preparados como se indica más abajo.

El tipeado del manuscrito deberá hacerse a doble espacio en papel tamaño carta (aprox. 21 cm x 29cm), dejando 3 cm de márgenes izquierdo, superior e inferior, debiéndose numerar secuencialmente todas las páginas.

No se aceptará la inserción de notas de pie de página. Cuando ello sea necesario, se deberá incluir tales notas en el mismo texto.

Se recomienda emplear el Sistema Métrico Decimal de medidas y las abreviaturas universales estándar.

Solo se permitirá el empleo del Sistema Internacional de Unidades para las medidas.

Como regla general no se deberá repetir la misma información en tablas, figuras y texto. Salvo en casos especiales que justifiquen alguna excepción se aceptará presentar esencialmente la misma la información en dos formas simultáneas.

Cada sección se numerará consecutivamente, recomendándose no emplear subsecciones.

3) Tablas

Las tablas deben prepararse en hojas aparte y a doble espacio. Las mismas incluirán un título suficientemente aclaratorio de su contenido y se indicarán en el texto su ubicación, señalándolo con un lápiz sobre el margen izquierdo.

Cada tabla se numerará consecutivamente con números arábigos. Solo se deberá incluir en las tablas información significativa, debiéndose evitar todo dato accesorio y/o que pueda ser mejor informado en el mismo texto del trabajo.

Cada tabla se tipeará en hoja separada.

Los títulos de las filas y las columnas deben ser lo suficientemente explícitos y consistentes, pero al mismo tiempo se recomienda concisión en su preparación.

4) Ilustraciones

Las ilustraciones (gráficos y fotografías) deberán ser de suficiente calidad tal que permitan una adecuada reproducción debiéndose tener en cuenta que la reproducción directa de los mismos conlleva una relación entre 1:2 y 1:3. Todas las ilustraciones se numerarán consecutivamente y en el reverso de las mismas se indicarán con lápiz blando el nombre de los autores, el número de la misma y cuando corresponda la orientación para su pertinente impresión.

Los títulos de las ilustraciones se tipearán en hoja aparte, debiéndose denotar el posicionado de las mismas en el texto por medio de una indicación con lápiz en el margen izquierdo.

Las dimensiones de las ilustraciones no deberán exceder las de las hojas del manuscrito y no se deberán doblar.

Los gráficos se dibujarán con tinta china sobre papel vegetal de buena calidad y por los mismos medios se incluirán los símbolos, letras y números correspondientes. No se deberá tipear símbolo, letra o número alguno en los gráficos y fotografías.

Enviar un original y dos copias de cada ilustración. Las fotografias solo se podrán enviar en blanco y negro, ya que que no es posible imprimir fotografias en otros colores.

Cada ilustración se presentará en hoja separada.

5) Referencias

Los ANALES adoptan el sistema de referencias por orden, el cual consiste en citar los trabajos en el orden que aparecen por medio de número cardinal correspondiente. Los libros se indicarán en la lista de referencias citando el/los autor/es, título, edición, editorial, ciudad, año y página inicial. Para indicar capítulo de libro se añadirá a lo anterior el título del mismo y el nombre del editor.

El listado de referencias se tipeará en hoja separada y a doble espacio. Se recomienda especialmente a los autores emplear las abreviaturas estándar sugeridas por las propias fuentes.

Solo se admitirán citas de publicaciones válidas y asequibles a los lectores por los medios normales debiéndose evitar recurrir a informes personales, tesis, monografías, trabjos en prensa, etc., de circulación restringida.

Lo que sigue son algunos ejemplos de citas bibliográficas en la lista de referencia:

Publicación periódica: A. M. Sierra y F. S. Gonzalez, J. Chem. Phys. 63 (1977) 512.

Libro: R. A.. Day, How to write and publish a Scientific paper, Second Edition, ISI Press, Philadelphia, 1983, p 35.

Capítulo del libro: Z. Kaszbab, Family Tenebrionodae en W. Wittmer and Buttiper (Eds.) Famma of Saudi Arabia, Ciba-Geigy, Basel, 1981, p3-15.

Conferencia o Simposio: A. Ernest, Energy conservation measures in Kuwait buildings. Proccedings of the First Symposium on Thermal Insulation in the Gulf States, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait, 1975, p 151.

Se recomienda revisar cuidadosamente las citas en el texto y la lista de referencias a los efectos de evitar inconsistencias y/u omisiones.

Pruebas: todo artículo deberá ser revisado en la forma de prueba de galera por el autor indicado en la carta de presentación del trabajo, la cual se devolverá debidamente corregida a las 72 horas de recibida a la redacción de los

ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

Organo de la Sociedad Científica Argentina.

Revista fundada el 14 de diciembre de 1875, cuyo primer número apareció el 14 de enero de 1876.

Se viene editando continuadamente desde esta fecha.

Editado por:



Uruguay 827 - Capital Federal - stms@fibertel.com.ar

Buenos Aires, Diciembre 2007

ISSN 0037-8437

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

AÑO 2006 - VOLUMEN 235 - Nº 1

SUMARIO